

OBESITY AND OVERWEIGHT AS EARLY PREDICTORS OF CARDIOVASCULAR DYSFUNCTION IN CHILDREN

A.V.Popenkov¹ 

1. Tashkent State Medical University, Tashkent, Uzbekistan.

OPEN ACCESS

IJSP

Correspondence

Popenkov Artur Viktorovich,
Tashkent State Medical University,
Tashkent, Uzbekistan.

e-mail: dr.arturpv@gmail.com

Received: 10 August 2025
Revised: 07 September 2025
Accepted: 01 October 2025
Published: 04 October 2025

Funding source for publication:
Andijan state medical institute and
I-EDU GROUP LLC.

Publisher's Note: IJSP stays
neutral with regard to jurisdictional
claims in published maps and
institutional affiliations.



Copyright: © 2022 by the
authors. Licensee IJSP, Andijan,
Uzbekistan. This article is an open
access article distributed under
the terms and conditions of the
Creative Commons Attribution
(CC BY-NC-ND) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Abstract.

Relevance. Childhood overweight and obesity remain among the most pressing issues in pediatrics and public health. The rising prevalence of excess body weight in children is associated with lifestyle changes, reduced physical activity, and dietary habits. Pediatric obesity is linked not only to metabolic disorders but also to the early onset of cardiovascular abnormalities. Elevated body mass index (BMI) correlates with arterial hypertension and electrocardiographic (ECG) changes, which may serve as early predictors of cardiovascular diseases. Studying these associations in school-aged children is essential for developing preventive strategies. **The purpose of the study** is to assess the impact of overweight and obesity on blood pressure and electrocardiographic parameters in 7-year-old children. **Materials and methods of the study.** A cross-sectional study was conducted involving 120 children aged 7 years. Participants were divided into three groups: normal BMI (n=67), overweight (n=29), and obese (n=24). Anthropometric measurements were performed according to WHO standards, BMI and SDS were calculated, and arterial blood pressure was measured three times to determine systolic and diastolic values. Standard 12-lead ECG was performed for all participants. Statistical analysis included descriptive statistics, Student's t-test, Mann-Whitney test, and correlation analysis (Pearson and Spearman). A p-value <0.05 was considered significant. **Research results.** Children with obesity demonstrated significantly higher systolic and diastolic blood pressure compared with children of normal weight (p<0.01). ECG analysis revealed that the frequency of functional cardiac abnormalities increased proportionally with higher BMI: 40.3% in normal-weight children versus 70.8% in obese children. The most common findings included early repolarization syndrome, sinus tachycardia, and nonspecific intraventricular conduction disturbances. A positive correlation was found between BMI and blood pressure (r=0.42; p<0.01), as well as between BMI and functional ECG abnormalities (r=0.36; p<0.05). **Conclusion.** Overweight and obesity in early school-aged children are associated with increased arterial blood pressure and a higher prevalence of functional ECG changes, which may serve as early predictors of cardiovascular pathology. These findings highlight the importance of routine monitoring of cardiovascular parameters in overweight children and emphasize the need for comprehensive preventive measures, including dietary modification and increased physical activity, starting from early childhood.

Key words: children, obesity, body mass index, arterial hypertension, electrocardiography, cardiovascular risk.

Актуальность

Ожирение и артериальная гипертензия у детей в последние десятилетия приобрели характер глобальной проблемы общественного здравоохранения. Ожирение у детей тесно связано с повышенной вероятностью сопутствующих заболеваний, включая артериальную гипертензию [8]. Согласно данным метаанализа, опубликованного в JAMA Pediatrics (2024), распространённость ожирения среди детей и подростков достигает 8,5 %, тогда как избыточный вес встречается примерно у 14,8 % обследованных. Результаты систематического обзора указывают, что у лиц детского и подросткового возраста с ожирением чаще фиксируются повышенные значения артериального давления, а само ожирение выступает важным предиктором формирования гипертензии [5]. В крупном когортном исследовании было показано, что дети с высоким BMI имели существенно больший риск развития гипертензии, что подтверждается выявлением повышенного давления у детей с показателями BMI в верхних перцентилях [3]. Дополнительно установлено, что как систолическое, так и диастолическое давление у детей с ожирением достоверно превышает значения, характерные для их сверстников с нормальной массой тела [6]. Долгосрочные исследования показывают, что такие факторы, как ожирение и ги-

пертензия в детстве, сохраняются во взрослом возрасте и связаны с повышенным риском сердечно-сосудистых заболеваний. Например, в недавнем исследовании “Hypertension in non-obese children and BMI in adulthood: the Bogalusa Heart Study” (2024) показано, что даже у детей, не страдающих ожирением, повышенный ИМТ в детстве ассоциирован с более высоким риском гипертензии в зрелом возрасте [9].

Кардиоваскулярные нарушения у детей с ожирением не ограничиваются лишь изменениями гемодинамики, но также затрагивают ранние электрофизиологические процессы. Так, в исследовании Dağlı и соавт. (2023) показано, что у детей с ожирением значения дисперсии зубца Р, интервала QTd, скорректированного QTcd, а также показателей Tr-e, Tr-e/QT и Tr-e/QTc были достоверно выше по сравнению с контрольной группой, что свидетельствует о повышенном риске аритмий у данной популяции [1]. Другие исследования выявили значительное повышение маркеров нарушений реполяризации, включая QTd, QTc-дисперсию и Tr-e интервал, у детей с ожирением, что увеличивает риск возникновения аритмий [7;2]. Отмечено, что среди подростков, страдающих ожирением, ЭКГ-нарушения встречались на 37 % чаще, чем у их сверстников с нормальной массой тела, при этом наиболее распространенными изменениями являлись пролонгация QTc- и PR-интервалов [4].

Таким образом, принимая во внимание тенденцию к увеличению числа детей с ожирением и повышенным артериальным давлением, а также наличие ранних электрокардиографических изменений у данной группы, исследование взаимосвязи между индексом массы тела, артериальным давлением и ЭКГ-показателями у детей представляется чрезвычайно актуальным. Оно способствует выявлению ранних маркеров сердечно-сосудистого риска, возможностей профилактики и своевременной диагностики для снижения долгосрочных последствий.

Цель исследования. Определить взаимосвязь индекса массы тела с показателями артериального давления и электрокардиографическими характеристиками у детей 7-летнего возраста для выявления ранних признаков функциональных нарушений сердечно-сосудистой системы.

Методы исследования. В исследовании принимали участие 120 детей в возрасте 7 лет. Исследование проводилось на базе Ташкентского городского подросткового диспансера. Критериями включения были: возраст на момент осмотра 7 лет, отсутствие острых и хронических заболеваний по результатам оценки карты развития и сбора анамнеза. Всем детям проводились антропометрические исследования, после чего дети были поделены на 3 группы в зависимости от ИМТ: 1 группа (n=67) – нормальный ИМТ, 2 группа (n=29) – избыточный вес, 3 группа (n=24) – ожирение. Общеклинический осмотр, измерение артериального давления (АД), стандартным механическим тонометром, а также электрокардиография также вошли в структуру обязательных обследований. Статистическая обработка проводилась при помощи программного обеспечения XLSTAT 2019. Была проведена базовая статистика с определением среднего значения, среднеквадратического отклонения и стандартной ошибки. Для определения достоверности использовались критерии Стьюдента для параметрических данных и Манна Уитни для непараметрических данных. Корреляция изучалась по критериям Пирсона и Спирмена. За максимально допустимый уровень ошибки было взято 5%.

Результаты. По результатам исследования: дети с нормальным ИМТ составили 55,8% (n=67) из них мальчики 58,9% (n=46), а девочки 50% (n=21), лица с избыточным весом 24,2% (n=29), из них мальчики 23% (n=18), а девочки 24% (n=11) и лица с ожирением 20% (n=24), из них мальчики 18,1% (n=14), а девочки 26% (n=10).

Измерение артериального давления у детей семилетнего возраста показало, что средний уровень систолического давления (САД) составил $109,75 \pm 0,54$ мм рт. ст. При раздельном анализе по полу отмечалось, что у мальчиков этот показатель был несколько выше — $110,2 \pm 0,75$ мм рт. ст., тогда как у девочек он равнялся $109,5 \pm 0,73$ мм рт. ст. Среднее диастолическое давление (ДАД) в общей выборке составило $67,45 \pm 0,47$ мм рт. ст.; значения у мальчиков и девочек практически не различались, составляя соответственно $67,5 \pm 0,61$ и $67,38 \pm 0,70$ мм рт. ст.

Установлено, что у детей с ожирением уровень артериального давления был достоверно выше по сравнению с их сверстниками с нормальным ИМТ ($p < 0,01$). Так, у детей с нормальными значениями ИМТ средний уровень САД составил $108,65 \pm 0,74$ мм рт. ст. (у девочек — $108,63 \pm 1,01$ мм рт. ст., у мальчиков — $108,71 \pm 0,92$ мм рт. ст.), а ДАД — $67,35 \pm 0,64$ мм рт. ст. (у девочек — $67,33 \pm 1,03$ мм рт. ст., у мальчиков — $67,36 \pm 0,85$ мм рт. ст.). В группе детей с избыточной массой тела средние

значения САД составили $110,97 \pm 1,15$ мм рт. ст. (у мальчиков — $111,64 \pm 1,68$ мм рт. ст., у девочек — $109,44 \pm 1,33$ мм рт. ст.), а ДАД — $67,03 \pm 0,90$ мм рт. ст. (у девочек — $66,61 \pm 1,16$ мм рт. ст., у мальчиков — $67,72 \pm 1,56$ мм рт. ст.). Наиболее высокие показатели зарегистрированы у детей с ожирением: САД — $112,2 \pm 1,16$ мм рт. ст. (у девочек — $111,9 \pm 1,69$ мм рт. ст., у мальчиков — $112,4 \pm 1,69$ мм рт. ст.), а ДАД — $68,25 \pm 1,06$ мм рт. ст. (у девочек — $67,1 \pm 1,44$ мм рт. ст., у мальчиков — $69,07 \pm 1,55$ мм рт. ст.) Рис. 1.

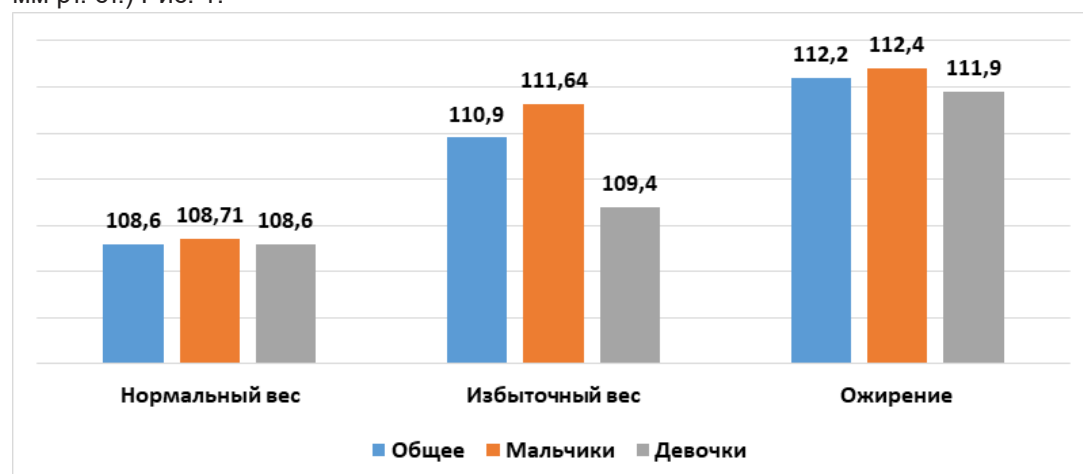


Рисунок-1. Показатели САД у детей

Показатели диастолического артериального давления (ДАД), аналогично значениям систолического давления, демонстрировали более высокие уровни у детей с ожирением. Среднее значение ДАД в данной группе составило $68,25 \pm 1,06$ мм рт. ст., в том числе у мальчиков — $69,07 \pm 1,55$ мм рт. ст., у девочек — $67,1 \pm 1,44$ мм рт. ст. У детей с нормальными значениями индекса массы тела средний показатель ДАД был ниже и составлял $67,35 \pm 0,64$ мм рт. ст. (у мальчиков — $67,36 \pm 0,85$ мм рт. ст., у девочек — $67,33 \pm 1,03$ мм рт. ст.). В подгруппе детей с избыточной массой тела уровень ДАД оказался несколько ниже, чем при нормальном ИМТ, и равнялся $67,03 \pm 0,90$ мм рт. ст. (у мальчиков — $67,72 \pm 1,56$ мм рт. ст., у девочек — $66,61 \pm 1,16$ мм рт. ст.) ($p < 0,01$). Рис. 2.

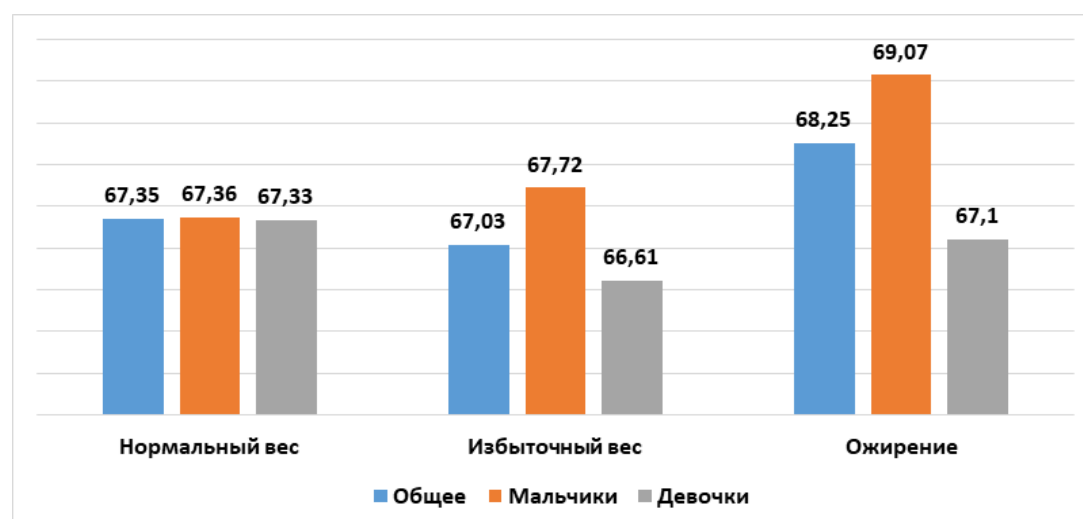


Рисунок-2. Показатели ДАД у детей

Анализ электрокардиографических показателей у детей семилетнего возраста выявил широкий спектр функциональных отклонений сердечной деятельности. Наиболее часто регистрировался синдром ранней реполяризации желудочков (СПРЖ), встречавшийся у 31,1 % обследованных. Распределение по функциональным классам выглядело следующим образом: I класс — 24 %, II класс — 72 %, III класс — 4 %. Синусовая аритмия отмечена у 22,9 % детей, а синусовая брадикардия зафиксирована у 6,5 %. Значительно реже наблюдалась синусовая тахикардия, которая встречалась лишь в 3,2 % случаев. У 31,1 % обследованных была диагностирована неполная блокада правой ножки пучка Гиса (НБПНПГ). Кроме того, у 4,9 % детей определялась миграция водителя ритма, а у 21,3 % — неспецифические

внутрижелудочковые нарушения проводимости. У 59 обследованных (49,2 %) функциональных нарушений сердца зарегистрировано не было.

Сравнительный анализ распределения электрокардиографических нарушений в зависимости от индекса массы тела показал, что доля детей без функциональных изменений составила 59,7 % в группе с нормальным ИМТ, снижалась до 41,3 % в группе с избыточной массой тела, а у детей с ожирением была наименьшей среди исследуемых групп — 29,2 %. Таким образом, выявлена отчётливая тенденция к увеличению частоты функциональных нарушений сердечной деятельности по мере роста ИМТ. Результаты представлены на рис. 3.

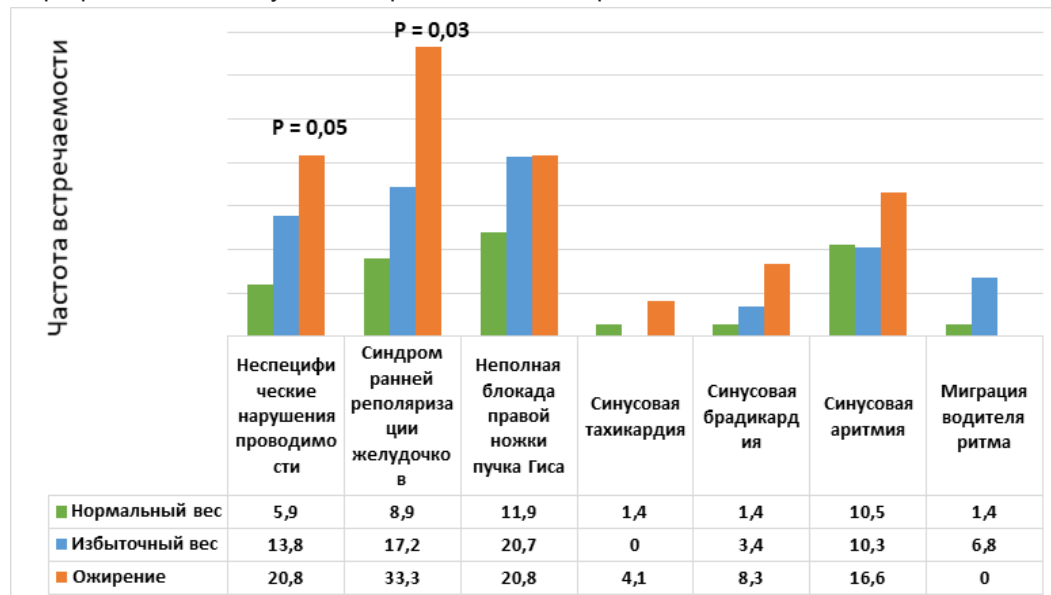


Рисунок-3. Функциональные нарушения сердечной деятельности у детей

При проведении статистического анализа полученных данных, несмотря на то, что показатели функциональных нарушений увеличиваются в зависимости от ИМТ достоверные различия были выявлены только по показателю синдрома ранней реполяризации желудочков и неспецифическим нарушениям проводимости ($p < 0,05$).

Исследование электрокардиограмм детей 7 летнего возраста выявило корреляции между ИМТ и рядом параметров ЭКГ. Конкретно, увеличение ИМТ коррелировало с удлинением интервала QRS ($r = 0,24$) и Q-T ($r = 0,17$), что указывает на изменения в проводимости и возможную нагрузку на миокард. Также обнаружена слабая положительная связь между ИМТ и СП ($r = 0,11$), что может отражать адаптацию к повышенным объемам циркулирующей крови.

Более того, была выявлена слабая корреляция между ИМТ и синдромом ранней реполяризации желудочков (СПРЖ) ($r = 0,22$), с неполной блокадой правой ножки пучка Гиса (НБПНПГ) ($r = 0,11$) и синусовой брадикардией ($r = 0,16$).

Систолическое артериальное давление (САД) показало слабую линейную корреляцию с частотой сердечных сокращений (ЧСС) ($r = 0,22$) и интервалом P-Q ($r = 0,15$), а также нелинейную корреляцию с синусовой тахикардией ($r = 0,21$) и НБПНПГ ($r = 0,14$). Это подтверждает, что повышенное САД может быть связано с увеличением нагрузки на сердце. Неспецифические нарушения проводимости (ННП) также коррелировали с САД ($r = 0,17$), что может быть индикатором ранних изменений в сердечно-сосудистой системе.

Диастолическое артериальное давление (ДАД) связано с ЧСС ($r = 0,23$) и обратной связью с интервалом Q-T ($r = -0,26$), что может отражать компенсаторные механизмы в ответ на изменения в вазкулярном тоне. Также наблюдалась связь ДАД с синусовой тахикардией ($r = 0,2$), СПРЖ ($r = 0,2$) и с неспецифическими нарушениями проводимости ($r = 0,17$). Частота функциональных нарушений сердечной деятельности увеличивалась пропорционально росту ИМТ: при нормальном весе они регистрировались в 40,3 % случаев, при избыточной массе тела — у 58,7 % детей, а при ожирении — у 70,8 %. Наиболее значимыми отличиями между группами оказались распространённость синдрома ранней реполяризации и неспецифических нарушений проводимости ($p < 0,05$).

Обсуждение результатов. Полученные в ходе исследования результаты

продемонстрировали, что уже у детей младшего школьного возраста наличие избыточной массы тела и ожирения связано с достоверным увеличением показателей систолического и диастолического артериального давления, а также с формированием ранних электрофизиологических изменений со стороны сердца. Подобные наблюдения согласуются с выводами масштабных метаанализов, подтверждающих тесную ассоциацию между лишним весом и повышенными цифрами артериального давления у детей и подростков [4,7]. Согласно данным JAMA Pediatrics (2024), распространённость ожирения в данной возрастной группе составляет 8,5 %, а избыточной массы тела — 14,8 %, что формирует значительную основу для раннего развития сердечно-сосудистых нарушений [8].

Полученные нами данные о постепенном повышении САД и ДАД от группы детей с нормальным ИМТ к группе с ожирением подтверждают выводы других исследований, показавших, что повышение индекса массы тела ассоциируется с увеличением артериального давления в детском возрасте [3,7]. Особенно важно, что у детей с ожирением выявлено статистически значимое повышение как систолического, так и диастолического давления по сравнению с их сверстниками с нормальной массой тела ($p < 0,01$). Эти результаты отражают ранние механизмы формирования эндотелиальной дисфункции, инсулинорезистентности и активации ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, которые традиционно рассматриваются как патогенетическая основа гипертензии при ожирении.

Особое внимание заслуживают электрокардиографические изменения. У детей с избыточной массой тела и ожирением чаще регистрировались синдром ранней реполяризации желудочков, неспецифические нарушения внутрижелудочковой проводимости, а также удлинение интервалов QRS и QT. Эти результаты подтверждают данные ранее опубликованных работ, которые указывают на наличие структурно-электрических изменений миокарда при ожирении [9,6]. Положительная корреляция между ИМТ и продолжительностью интервалов QRS и QT ($r = 0,24$ и $r = 0,17$ соответственно) может свидетельствовать о развитии ранних процессов ремоделирования миокарда и повышенной электрической нестабильности сердца. Отмеченная нами ассоциация ИМТ с синдромом ранней реполяризации ($r = 0,22$) согласуется с наблюдениями других авторов, которые связывают этот феномен с риском желудочковых аритмий [2,5].

Наряду с этим, выявленные корреляции между показателями артериального давления и параметрами ЭКГ (например, между САД и интервалом P-Q, а также между ДАД и длительностью QT) свидетельствуют о взаимном влиянии гемодинамических и электрофизиологических изменений. Это подтверждает концепцию, что повышение массы тела формирует комплексную перестройку сердечно-сосудистой системы, включающую как механическую перегрузку, так и электрофизиологическую дисфункцию.

Сравнение наших данных с результатами многолетних когортных исследований, таких как Bogalusa Heart Study [8], показывает, что уже в детском возрасте закладываются факторы риска, определяющие вероятность развития сердечно-сосудистых заболеваний во взрослом возрасте. Следовательно, выявленные нами ранние отклонения могут рассматриваться как предикторы будущей патологии, что подчёркивает клиническую значимость регулярного мониторинга ИМТ, артериального давления и электрокардиографических показателей у детей.

Выводы. Полученные результаты подтверждают, что избыточная масса тела и ожирение у детей уже в младшем школьном возрасте сопровождаются повышением артериального давления и ранними электрофизиологическими изменениями сердца, которые могут рассматриваться как предикторы будущих сердечно-сосудистых заболеваний. Эти данные подчёркивают, что, уже на этапе младшего школьного возраста целесообразно включать в профилактические программы не только мониторинг массы тела, но и скрининг артериального давления и ЭКГ-обследование, что позволит предупредить развитие сердечно-сосудистой патологии в более старшем возрасте.

LIST OF REFERENCES

- [1] Dağlı HY, Erol M, Örs R, et al. Evaluation of electrocardiographic markers for the risk of cardiac arrhythmia in children with obesity. J Pediatr Res. 2023;10(2):160-167. doi:10.4274/jpr.galenos.2023.12144.
- [2] Jaromin J, Markiewicz-Łoskot G, Szydłowski L, et al. Electrocardiographic

repolarization parameters in children with arrhythmias and excessive body weight. Arch Med Sci. 2024;20(3):e123-e131. doi:10.5114/aoms/176675.

[3] Jeong SI, Kim SH. Obesity and hypertension in children and adolescents. Clin Hypertens. 2024 Sep 1;30(1):23. doi:10.1186/s40885-024-00278-5. PMID:39217385; PMCID:PMC11366140.

[4] Salim EJ, Gunawijaya E, Yantie NPVK. Electrocardiogram abnormalities in obese adolescents. Paediatr Indones. 2019;60(1):18-23.

[5] Tao JM, Wei W, Ma XY, et al. Diagnostic accuracy of anthropometric indices for discriminating elevated blood pressure in pediatric population: A systematic review and a meta-analysis. BMC Pediatr. 2022 Jan 4;22(1):19. doi:10.1186/s12887-021-03062-8. PMID:34983442; PMCID:PMC8725266.

[6] Vizzuso S, Del Torto A, Fiore G, et al. Hypertension in a cohort of obese Caucasian children and adolescents and its association with glycometabolic indices: A proposed screening tool. Nutr Metab Cardiovasc Dis. 2023 Apr;33(4):900-12. doi:10.1016/j.numecd.2023.01.001. PMID:36710109.

[7] Yılmaz Dağlı H, Şap F, Oflaz M, et al. Evaluation of electrocardiographic markers for the risk of cardiac arrhythmia in children with obesity. J Pediatr Res. 2023 Sep 14;10(3):160-6. doi:10.4274/jpr.galenos.2023.12144.

[8] Zhang X, Liu J, et al. Global prevalence of overweight and obesity in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. JAMA Pediatr. 2024 Aug 1;178(8):800-13. doi:10.1001/jamapediatrics.2024.1576. PMID:38856986; PMCID:PMC11165417.

[9] Zhao L, Qu H, Ouyang J, et al. Hypertension in non-obese children and BMI in adulthood: the Bogalusa Heart Study. BMC Cardiovasc Disord. 2024;24:20. DOI:10.1186/s12872-023-03699-6.